

# 広島電鉄（株）5100形電車用駆動・推進システム

## Driving gear and Propulsion Unit of Series 5100 Tramcar

### For Hiroshima Electric Railway

TOYO DENKI SEIZO K.K. (Toyo Electric Mfg.Co.,Ltd) jointly conducted the development of the nation's first 100% ultra low-floor LRV vehicle with Mitsubishi Heavy Industries, Ltd and Kinki Sharyo Co Ltd. Hiroshima Electric Railway Co., Ltd also joined the above development. This time, 100% ultra-low-floor LRV comes out as "Green Mover max" of the 5100 series tramcar for Hiroshima Electric Railway Co., Ltd.

The car configuration of this tramcar is 5 body articulated with 3 trucks. As the entire floor is fully flat, smooth getting on and off and comfortable mobility are provided to elderly and disabled persons. Thanks to improve maintenance for the domestic product and realize the better design suitable for the urban landscape, the railcar makes it come true that the public transportation system can be environment-friendly and people-friendly.

TOYO DENKI SEIZO K.K. took charge of making VVVF inverter unit, auxiliary power supply, traction motor, main controller, pantograph, and other main units of control system for this tramcar.

This paper introduces the outline of "Green Mover max" of the 5100 series tramcar, and mainly driving gear and propulsion unit.

後藤 研一 畠山 卓也  
Kenichi Gotou Takuya Hatakeyama

#### 1. まえがき

当社では、三菱重工業(株)殿、近畿車輛(株)殿と共同で、国産初の「100%超低床 LRV 車両」を開発、広島電鉄(株)殿にも開発に参画いただき、このたび、広島電鉄(株)5100形電車「Green Mover max」としてデビューした。

この車両は、5車体（3台車）接続1編成の構成で、床面を車内全長にわたってフルフラットとしたことにより、高齢者や身体障害者などの方々にも円滑な乗降と快適な移動を提供する路面電車である。

車両開発には、車載用電機品を当社が、台車の製造と本体組立てを三菱重工業(株)殿が、車体と接続部分を近畿車輛(株)殿がそれぞれ担当した。

5100形電車「Green Mover max」は、台車に車軸のない独立車輪を採用、台車をコンパクトにすることにより、出入口部の低床化と広い通路幅を実現した。

電動機制御には VVVF インバータ、制御には電気式・機械式を併用し、電気ブレーキ重視のシステムを導入することで、車両の運動性能と走行安定性を確保した。

その他、弾性車輪による低騒音・低振動化、回生ブレーキの採用により省エネルギー化、伝送制御の採用による信頼性の向上、システム・部品の国産化によるメンテナンス性の向上、都市の景観にマッチする高いデザイン性などを実現、環境にやさしい、人にやさしい公共交通を実現する車両となっ

ている。

当社では、本車両用として VVVF インバータ装置、静止形電源装置、主電動機、駆動装置、主幹制御器、パンタグラフ、車両制御伝送システム（TTCS）の主要電機品を担当した。

本解説では、5100形電車「Green Mover max」の概要を主に、駆動装置と推進システムについて紹介する。



図1 5100形電車  
Fig.1 Series 5100

## 2. 車両諸元

図1に5100形電車の外観を示す。

また5100形電車の車両諸元を表1に示す。

項目	仕様
形 種	5車体3台車連接超低床車  (●印は駆動軸を示す)
車 両 質 量	33.9ton
定員 (着席定員)	149人 (56人)
床 高 さ	360mm (車内707-) 330mm (入口部)
最高運転速度	60 km/h
直線加速度	0.97 m/sec <sup>2</sup> (3.5km/h/sec)
常用最大減速度	1.33m/sec <sup>2</sup> (4.8km/h/sec)
非常減速度	1.67m/sec <sup>2</sup> (6.0km/h/sec)
電気方式	DC600V
軌 間	1435mm
主制御装置	RG691-A, B-M 形 2レベル IGBT-VVVF インバータ 1M1C × 2制御 × 2台 回生発電ブレンディングブレーキ方式
フ イ ル タ リ ア ク ト ル	L3034-A 形 8mH/152A
主 電 動 機	TDK6490-A 形 三相かご形誘導電動機 100kW
駆 動 装 置	台車装架式直角カルダン軸駆動方式 (4輪独立台車)

表1 車両諸元

Table 1 Main features of the car

## 3. 推進制御システム概要

推進制御の主回路システムは、VVVF インバータ装置、フィルタリアクトル装置、ブレーキ抵抗器が、両先頭車屋根上に配置され、各々主電動機2台を駆動する構成となっている。

### 3.1 VVVF インバータ装置

接触器類はダイオングリッド式のアークレスタイプ高速遮断器及び単位スイッチを使用し、VVVF インバータ装置内に収納している。

インバータ主回路は、2レベル方式 IGBT 三相電圧形 PWM インバータで100 kWの主電動機を2台駆動するシステムである。インバータ制御はハイブリッドベクトル制御とし、速度検出において、PG回路を必要としないPGセンサレス制御を行っており、空転・滑走制御に対しても検知遅れが少なく空転差

速度が小さい状態で再粘着制御を開始する方式により高速な制御を実現している。

ブレーキシステムは回生/発電ブレンディングブレーキを採用し、回生電力が架線側で消費できない場合は、直ちにブレーキチョッパ動作を行い、回生電力をブレーキ抵抗器に消費させ、安定した電気ブレーキと高効率な電力回生を行うことが可能である。また、高速域までフラットなブレーキトルク特性を有しており、電気ブレーキを最大限に活用して機械ブレーキ負担を軽減することにより、保守の簡略化を達成している。

また、構造面では、パワーユニット及びフィルタリアクトルを強制風冷方式として小型化し、さらに、収納箱を全アルミ化、車両の引き通し線・主スイッチ類を VVVF インバータ装置に内蔵することにより、機器の大幅な軽量化を達成している。



図2 VVVF インバータ装置外観

Fig.2 VVVF Inverter box

## 3.2 主電動機

### 3.2.1 概要

主電動機は、小型・軽量・高効率・低騒音の三相かご形誘導電動機で、出力は100 kWである。

5100形車では、100%低床を実現するため、電動機を車輪の外側にレール方向に配置し、前後軸駆動の直角カルダン方式としている。

主電動機軸端にはパネ式ディスクブレーキ装置を装着している。

主電動機の外観写真を図2に、定格一覧を表2に示す。

### 3.2.2 主電動機の構造と特徴

#### ①小型・軽量

主電動機方式は三相かご形誘導電動機で、軽量化に主眼を置いた設計としている。

#### ②低騒音

低騒音形冷却ファンの採用により、冷却に必要な適正風量を確保しつつ低騒音化を図っている。



図3 主電動機外観

Fig.3 Traction Motor(rear view)

③主電動機構造

フレームは十分な実績があり、製作が容易な丸形フレームで、主電動機上部に設けられた4ヶ所の台車取付け穴により動台車に取り付けられる。口出線側には冷却風取入口があり、冷却風は主電動機内部を通過して反口出線側に設けられた排気口からファンにより排出される。

反口出側にはバネ式ディスクブレーキ装置が設けられている。

軸受部は、長期非分解が可能な密閉式の構造とし、中間給油も可能な構造としている。グリースは高耐熱品を使用しており、軸受寿命の延長を図っている。

形式	TDK6490-A
出力	100kW
電圧	440V
電流	180A
周波数	60Hz
回転速度	1775min <sup>-1</sup>

表2 主電動機定格

Table 2 Main features of traction power system

4. 駆動装置

4.1 概要

駆動装置は、主電動機の回転力を車輪に伝達する装置で、可とう継手及び減速機により構成されているが、車軸を非貫通とすることにより左右車輪間の床面（通路）を低くして、100%低床を実現している。

可とう継手と減速機は、いずれも車輪1個に対して1組取り付けられている。

駆動装置関連機器の構成を図4に示す。

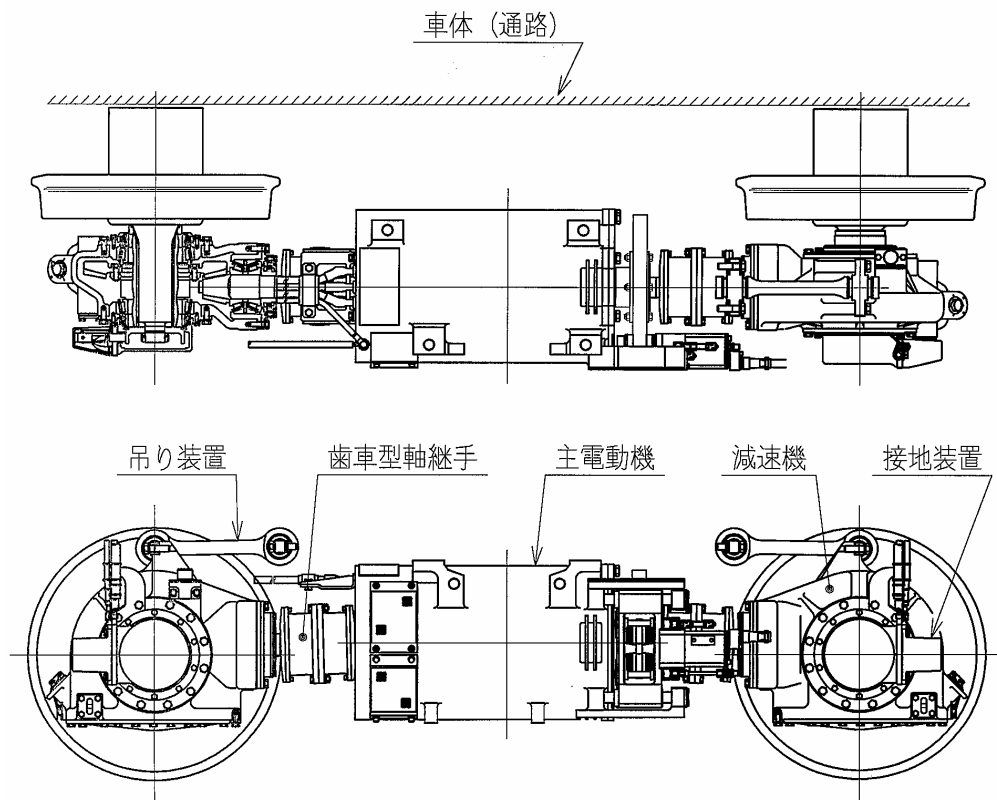


図4 駆動装置関連機器構成

Fig.4 Driving Gear Unit System

## 4.2 駆動装置関連機器の構造と特徴

### (1) 主電動機

主電動機は台車枠の外側にレールと平行な方向に台車に装架されている。

### (2) 可とう継手

可とう継手には歯車型軸継手を採用しており、主電動機の両軸端に取り付けられ、台車軸ばねの動きなどにより発生する主電動機と減速機の相対変位を吸収しながら、動力の伝達を行っている。

### (3) 減速機

減速機の外観を図5に示す。

- ① 減速方式は、ハイポイドギヤーによる一段減速で、歯数比は6.29、減速機箱は一体構造のアルミニウム合金鋳物製である。
- ② 減速機は、スプラインを介して車軸に取り付けられているため、車両の状態でも減速機の着脱が可能な構造となっている
- ③ 減速機は、吊り装置により緩衝ゴムを介して台車枠から支持され、主電動機トルクによる反力から減速機箱を支えている
- ④ 減速機には接地装置が取り付けられており、左右車輪間の短絡機能も持たせている。

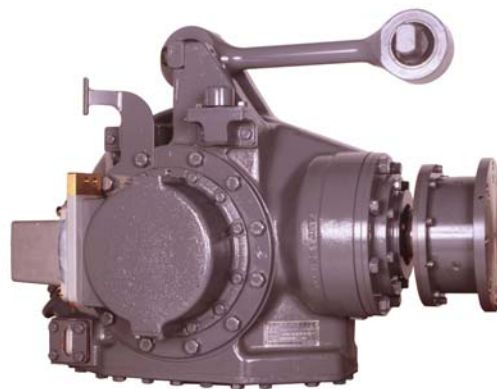


図5 駆動装置外観

Fig.5 Driving Gear Unit(rear view)

## 4. むすび

以上、5100形電車「Green Mover max」の駆動・推進システムの概要について紹介した。

車両は3月より営業運転に入り、広島を疾走している。昨今、各地でLRV路線実現に向けた動きが活発になりつつある。本車両の技術を生かした、国産の超低床車が各地で見られる日を期待してやまない。

最後に、5100形電車「Green Mover max」超低床車用装置の完成に多大なご指導を賜った広島電鉄㈱、共同開発の三菱重工㈱、近畿車輛㈱各位に厚く御礼申し上げます。

## 執筆者略歴



### 後藤 研一

1980年入社。横浜工場技術部にて車両用駆動装置および継手の開発設計に従事。現在、生産本部横浜製作所交通設計グループに所属、電機設計チームで機械装置設計に従事。



### 富士 卓也

1985年入社。現在、生産本部横浜製作所交通設計グループで走行システム設計に従事。